

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09284767 A**(43) Date of publication of application: **31 . 10 . 97**

(51) Int. Cl. **H04N 7/30**  
**H03M 7/30**  
**H04N 1/41**

(21) Application number: **08246555**(22) Date of filing: **18 . 09 . 96**(30) Priority: **13 . 02 . 96 JP 08 25202**(71) Applicant: **FUJI FILM MICRO DEVICE  
KK FUJI PHOTO FILM CO LTD**(72) Inventor: **ASANO MASANARI**

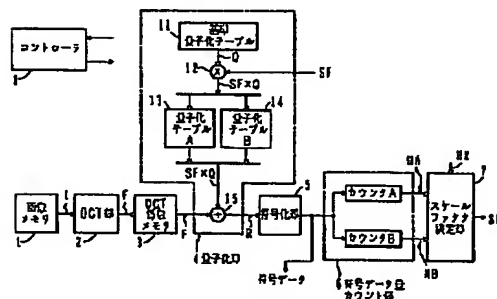
(54) **PICTURE COMPRESSION SYSTEM AND  
PICTURE COMPRESSION METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accelerate a compression processing by parallelly performing the process of preparing code data by the two kinds of compression degrees after generating the DCT coefficient of a block 1 and the process of generating the DCT coefficient of the block 2.

**SOLUTION:** A DCT part 2 performs a DCT processing to the picture data of the block 1 first, and when a controller 8 detects the end, a similar processing is performed to the blocks 2-(n). Then, for the DCT coefficient generated by ending the DCT processing to the block 1, the controller 8 instructs a quantization part 4 to perform quantization in the quantization table 11 of a scale factor  $SF_x$  and quantized data are generated. When the controller 8 detects generation end, an encoding processing is instructed to an encoding part 5 and the code data of the block 1 are generated. Similarly thereafter, the processing is continued until the last block (n) and the picture data of one frame are compressed.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-284767

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/30			H 0 4 N 7/133	Z
H 0 3 M 7/30		9382-5K	H 0 3 M 7/30	A
H 0 4 N 1/41			H 0 4 N 1/41	B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

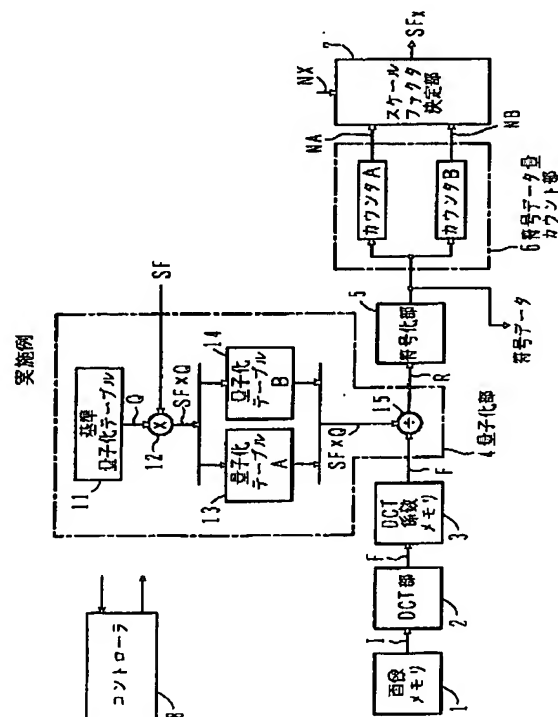
(21) 出願番号	特願平8-246555	(71) 出願人	391051588 富士フイルムマイクロデバイス株式会社 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
(22) 出願日	平成8年(1996)9月18日	(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地
(31) 優先権主張番号	特願平8-25202	(72) 発明者	浅野 眞成 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムマイクロデバイス株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)2月13日	(74) 代理人	弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

## (54) 【発明の名称】 画像圧縮システムおよび画像圧縮方法

## (57) 【要約】

【課題】 高速かつ高精度の固定長化処理を行う画像圧縮システムを提供することである。

【解決手段】 ブロック単位に分割して画像データを供給する画像データ供給手段(1)と、ブロック単位の画像データを離散コサイン変換(DCT)してブロック単位のDCT係数を生成するDCT手段(2)と、DCT手段が1つのブロックのDCT係数を生成する毎に、そのDCT係数について第1および第2の圧縮度で符号データを連続して生成する符号データ生成手段(4, 5)と、第1および第2の圧縮度のそれぞれについての符号データの量を、供給される全てのブロックについて累算するカウンタ(6)と、カウンタにより生成される第1および第2の圧縮度の両者の符号データ量に応じて、目標とするデータ量の符号データを生成するための圧縮度を推定する圧縮度推定手段(7)とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブロック単位に分割して画像データを供給する画像データ供給手段（1）と、前記画像データ供給手段から供給されるブロック単位の画像データを離散コサイン変換（DCT）してブロック単位のDCT係数を生成するDCT手段（2）と、前記DCT手段が1つのブロックのDCT係数を生成する毎に、そのDCT係数について第1および第2の圧縮度で符号データを連続して生成する符号データ生成手段（4、5）と、

前記符号データ生成手段が生成する第1および第2の圧縮度のそれぞれについての符号データの量を、供給される全てのブロックについて累算するカウンタ（6）と、前記カウンタにより生成される第1および第2の圧縮度の両者の符号データ量に応じて、目標とするデータ量の符号データを生成するための圧縮度を推定する圧縮度推定手段（7）とを有する画像圧縮システム。

【請求項2】 さらに、前記圧縮度推定手段が推定する圧縮度で符号データを生成することを前記符号データ生成手段に指示する手段を有する請求項1記載の画像圧縮システム。

【請求項3】 前記符号データ生成手段は、DCT係数を量子化するための量子化手段を含み、第1および第2の圧縮度の符号データは、それぞれ第1および第2の量子化テーブルを用いて量子化を行うことにより生成される請求項1または2記載の画像圧縮システム。

【請求項4】 前記符号データ生成手段は、基準量子化テーブルに第1および第2のスケールファクタを乗じることにより第1および第2の量子化テーブルを生成する手段を含む請求項3記載の画像圧縮システム。

【請求項5】 前記符号データ生成手段は、DCT係数を量子化した後にハフマン符号化を行う符号化手段を含む請求項3または4記載の画像圧縮システム。

【請求項6】 前記DCT手段は、画像データをブロック単位で連続的にDCTする手段であって、前記符号データ生成手段は、前記DCT手段があるブロックについての画像データのDCTを完了する前に、1つ前のブロックについての第1および第2の圧縮度の両者の符号データの生成を完了する請求項1～5のいずれかに記載の画像圧縮システム。

【請求項7】 前記画像データ供給手段は、1フレームの画像のうちのサンプルブロックについての画像データを供給する請求項1～6のいずれかに記載の画像圧縮システム。

【請求項8】 第1のブロックの画像データを離散コサイン変換（DCT）して第1のブロックのDCT係数を生成する工程と、前記第1のブロックのDCT係数の生成が終了すると、第2のブロックの画像データをDCTして第2のブロックのDCT係数を生成する工程と、

前記第1のブロックのDCT係数の生成が終了すると、前記第2のブロックのDCT係数の生成が終了するまでの間に、該第1のブロックのDCT係数について、第1の圧縮度で符号データを生成し続いて第2の圧縮度で符号データを生成する工程とを含む画像圧縮方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル画像処理システムに関し、特に、デジタル画像を圧縮してデータ量を少なくすることができる画像圧縮システムおよび画像圧縮方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 画像圧縮システムを用いるものの一つに、デジタルスチルカメラがある。デジタルスチルカメラは、被写体にレンズを向けて、シャッターボタンを押すことにより、デジタル静止画像の撮影を行う。レンズを介して結像される画像は、電気信号に変換され、データ圧縮されて、取り替え可能なメモリカード等に記憶される。データ圧縮は、データ量を減らして、メモリカードに多くの画像データを記憶させるための処理である。

【0003】 デジタル画像をデータ圧縮することにより得られる符号データの量は、デジタル画像が有する空間的周波数分布等により異なる。例えば、高周波成分を多く含むデジタル画像については、符号データの量をあまり少なくすることができない。一方、高周波成分の少ないデジタル画像については、符号データの量をかなり少なくすることができる。つまり、データ圧縮の方式により異なるが、一般的にデータ圧縮により生成される符号データの量は、デジタル画像の種類により異なる。

【0004】 データ圧縮された符号データは、メモリカード等の記憶媒体に記憶される。メモリカードは、例えば1Mバイトの記憶容量を有するものであり、その場合1Mバイト以上のデータを記憶させることができない。

【0005】 メモリカードに1Mバイトを越えて、符号データを書き込まないようにするため、または撮影者の便宜のために、記録可能な残り枚数を撮影者に知らせる必要がある。データ圧縮される符号データがデジタル画像の種類によらず、各画像当たり全て同じデータ量であるならば、メモリカードに記録可能なデジタル画像の枚数を撮影者に容易に知らせることができる。

【0006】 しかし、符号データ量が可変である場合には、残り枚数を撮影者に知らせることができない。これから撮影する画像の符号データ量が少なければ、多くの枚数を記録可能であり、撮影する画像の符号データ量が多ければ、少ない枚数しか記録することができない。

【0007】 そこで、デジタル画像をデータ圧縮する際には、符号データの固定長化処理を行う必要がある。固定長化処理を行うことにより、どんな種類のデジタル画像であってもほぼ一定量の符号データに変換することができる。固定長化処理は、1枚（1フレーム）のデジタ

ル画像をデータ圧縮し、固定長の符号データを生成するための処理である。符号データが固定長であれば、残り枚数を撮影者に知らせることができる。

【0008】次に、固定長化処理について説明する。固定長化処理を行うには、まず前処理として統計処理を行い、その統計処理の結果に応じて、データ圧縮の圧縮度を調整し、固定長の符号データを生成する。

【0009】撮影者がシャッターボタンを押すと、デジタル画像が取り込まれる。次に、取り込まれたデジタル画像に対して、統計処理を行う。統計処理とは、取り込まれたデジタル画像について圧縮を行った場合にどの位の量の符号データが生成されるのかを推測する処理である。

【0010】統計処理が終了すると、圧縮処理および記憶処理が行われる。統計処理の結果、符号データが多めに生成されそうであると推測されれば、圧縮度を高めに設定して圧縮を行えばよい。符号データが少なめに生成されそうであると推測されれば、圧縮度を低めに設定して圧縮を行えばよい。データ圧縮により生成される符号データは、常にほぼ一定のデータ量となる。

【0011】その後、記憶処理により、データ圧縮された符号データは、メモ리카ードに記録される。以上で、デジタル画像の取り込みから、メモ리카ードへの記録までの一連の処理は終了する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】画像圧縮処理において、固定長化処理を行う方法として、以下の方法がある。まず、統計処理として、基準の圧縮度で圧縮処理を1回行ってみる。その結果、目標のデータ量より多いデータ量が生成されたときには、基準の圧縮度よりも高い圧縮度に設定する。一方、目標のデータ量より少ない量の符号データが生成されたときには、基準の圧縮度よりも低い圧縮度に設定する。その設定された圧縮度で、正式な圧縮処理を行い、画像の符号データを生成する。

【0013】しかし、圧縮度と符号データ量の関係は一定でないため、画像の種類により、目標データ量と生成される符号データ量の誤差にばらつきが生じる。統計処理を1回行っただけでは、固定長化の精度は低い。

【0014】より高精度の固定長化を行うため、統計処理を2回以上行って、圧縮度を決める方法がある。統計処理を2回を行う場合を例に説明する。まず、1回目の統計処理として、第1の基準圧縮度で圧縮処理を行い、符号データ量を見積もる。次に、2回目の統計処理として、第1の基準圧縮度とは異なる第2の基準圧縮度で圧縮処理を行い、符号データ量を見積もる。以上の2つの符号データ量を考慮して、正式な圧縮度を設定する。例えば、目標データ量が当該2つの符号データ量の間にあるときには、第1の基準圧縮度と第2の基準圧縮度の間に正式な圧縮度を設定すればよい。その設定された圧縮度で、正式な圧縮処理を行い、画像の符号データを生成

する。

【0015】しかし、この方法では、統計処理を2回行い、正式な圧縮処理を1回行うため、合計3回の圧縮処理を行うことになり、多大な時間を必要とする。

【0016】本発明の目的は、高速かつ高精度の固定長化処理を行う画像圧縮システムを提供することである。

【0017】本発明の他の目的は、高速かつ高精度の固定長化処理を行う画像圧縮方法を提供することである。

【0018】

10 【課題を解決するための手段】本発明の画像圧縮システムは、ブロック単位に分割して画像データを供給する画像データ供給手段と、前記画像データ供給手段から供給されるブロック単位の画像データを離散コサイン変換(DCT)してブロック単位のDCT係数を生成するDCT手段と、前記DCT手段が1つのブロックのDCT係数を生成する毎に、そのDCT係数について第1および第2の圧縮度で符号データを連続して生成する符号データ生成手段と、前記符号データ生成手段が生成する第1および第2の圧縮度のそれぞれについての符号データの量を、供給される全てのブロックについて累算するカウンタと、前記カウンタにより生成される第1および第2の圧縮度の両者の符号データ量に応じて、目標とするデータ量の符号データを生成するための圧縮度を推定する圧縮度推定手段とを有する。

20 30 【0019】本発明の画像圧縮方法は、第1のブロックの画像データを離散コサイン変換(DCT)して第1のブロックのDCT係数を生成する工程と、前記第1のブロックのDCT係数の生成が終了すると、第2のブロックの画像データをDCTして第2のブロックのDCT係数を生成する工程と、前記第1のブロックのDCT係数の生成が終了すると、前記第2のブロックのDCT係数の生成が終了するまでの間に、該第1のブロックのDCT係数について、第1の圧縮度で符号データを生成し続いて第2の圧縮度で符号データを生成する工程とを含む。

40 【0020】DCT手段が第1のブロックのDCT係数を生成し終わると、符号データ生成手段は、当該DCT係数について、第1の圧縮度で符号データを生成し続いて第2の圧縮度で符号データを生成する。DCT手段は、第1のブロックのDCT係数を生成した後、第2のブロックのDCT係数を生成することができる。DCT手段が第1のブロックのDCT係数を生成し終われば、符号データ生成手段が少なくとも2種類の圧縮度で符号データを生成する工程と、DCT手段が第2のブロックのDCT係数を生成する工程を並列化させることができる。当該工程を並列化させることにより、圧縮処理の高速化を図ることができる。また、少なくとも2種類の圧縮度で符号データを生成することにより、高精度の固定長化処理を行うことができる。

50 【0021】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の実施例による画像圧縮システムが行う処理手順を示すフローチャートである。

【0022】ステップS1では、統計処理を行う。この統計処理は、1回の圧縮時間の間に2種類の圧縮度についての符号データ量を算出する。通常、2種類の圧縮度についての符号データ量を算出するには、最低でも2回の圧縮処理の時間が必要になる。ここでの統計処理の特徴は、2種類の圧縮度についての符号データを効率的に生成し、短時間で処理することである。符号データを生成した後、当該2種類の符号データの量を基にして、正式な圧縮度を決定する。

【0023】ステップS2では、統計処理で決定された圧縮度で正式な圧縮処理を行う。この圧縮処理により、画像の符号データが生成される。生成される符号データの量は、目標のデータ量に高精度で近づけることができる。以上で、固定長圧縮処理は終了する。

【0024】図1は、本実施例による画像圧縮システムの構成を示すブロック図である。この画像圧縮システムは、デジタル静止画像の標準的な圧縮方式であるJPE  
G (joint photographic expert group) 方式の符号データを生成する。従来のJPE  
G方式のシステムの資源をそのまま活用することができる。

【0025】画像圧縮システムは、画像メモリ1、離散コサイン変換（以下、DCTという）部2、DCT係数メモリ3、量子化部4、符号化部5、符号データ量カウンタ部6、スケールファクタ決定部7、およびコントローラ8を有する。コントローラ8は、他の全ての処理ブロックとの間でタイミング信号の受け渡しを行い、処理ブロック間のタイミングを調整する。

【0026】次に、各処理ブロックについて説明する。画像メモリ1は、例えば、DRAMやフラッシュメモリであり、1フレームの画像データを記憶する。画像メモリ1には、通常ラスタ形式で画像データが記憶されている。画像データは、複数の画素データからなる。

【0027】ラスタ形式とは、1フレームの画像についての以下の画素データの並びである。まず、画像の左上隅の画素から始まって右水平方向に向かい順次並ぶ。右端の画素まで行ったら、続いて、次のラインの左端の画素から始まり、右水平方向に向かい順次並ぶ。以下、同様にして、1番下のラインまで行う。右下隅の画素が最後のデータとなる。

【0028】画像圧縮システムは、基本的に、8×8画素のブロック毎に処理を行うため、画像メモリ1は、画像データをラスタ形式からブロック形式に変換し、DCT部2に供給する。白黒画像は、画像データが1種類である。カラー画像は、輝度データと色データとに別れるが、それぞれを別の画像データとしてラスタ/ブロック変換を行う。

【0029】ブロック形式とは、1フレームの画像につ

いての以下の画素データの並びである。1フレームの画像は、複数のブロックに領域分割される。1ブロックは、8×8画素である。1フレームにおけるブロックの順番は、上記のラスタ形式と同様に、左上隅のブロックから始まり、右水平方向に並ぶ。最後のブロックは、右下隅のブロックである。ブロック内の画素データの並びは、やはりラスタ形式と同様であり、ブロック内の左上隅の画素データから始まり、右水平方向に並ぶ。最後の画素データは、ブロック内の右下隅の画素データである。

【0030】DCT部2には、ブロック形式の画像データIが供給される。以下は、1ブロックの画像データを1単位として処理が行われる。つまり、JPE  
G圧縮は、1枚の画像を8×8画素のブロックに分割し、当該ブロックを単位に、以下の処理を行う。

【0031】DCT部2は、ブロック単位の画像データIについてDCT処理を行う。DCT処理は、画像データIを、転置コサイン係数行列D'とコサイン係数行列Dとで挟み、行列演算を行うことによって、DCT係数Fを得る。

【0032】 $F = D' I D$

ここで、DCT係数Fは、8×8の行列であり、空間周波数成分を示す。

【0033】DCT係数メモリ3は、例えばDRAMやSRAMであり、DCT部2で生成されるDCT係数Fを記憶する。

【0034】次に、量子化部4の構成を説明する。メモリ11は、基準量子化テーブルQを記憶する。

【0035】図3は、基準量子化テーブルQの例を示す。前述のように、画像圧縮システムは、8×8のブロック単位でデータ圧縮を行うので、それに対応して量子化テーブルQは、8×8の行列により構成される。

【0036】基準量子化テーブルQは、標準の圧縮度でデータ圧縮を行うための量子化テーブルである。量子化処理は、8×8のDCT係数Fに対して、量子化テーブルQ内の対応する係数で除算を行う。DCT係数は、行列の左上方向ほど空間的周波数成分が低く、右下方向ほど周波数成分が高い。基準量子化テーブルQは、全体として低い周波数成分ほど細かく、高い周波数成分ほど粗く量子化を行うことを示している。一般的に、データ圧縮は、人間の視覚特性を考慮して、また高周波成分にノイズが多いことを考慮して、画像データの高周波成分の情報を削ることにより行う。

【0037】図1において、乗算器12は、基準量子化テーブルQにスケールファクタSFを乗じる。つまり、基準量子化テーブルQの行列の全ての要素にスケールファクタSFを乗じる。乗算器12は、量子化テーブルSF・Qを出力する。量子化テーブルSF・Qは、メモリ13またはメモリ14のいずれかに記憶される。

【0038】メモリ13には、量子化テーブルAが記憶

され、メモリ14には量子化テーブルBが記憶される。量子化テーブルAと量子化テーブルBとは、スケールファクタSFが異なる。符号データの圧縮度は、スケールファクタSFの値により決まる。つまり、量子化テーブルAと量子化テーブルBの違いは、圧縮度の違いを示す。量子化テーブルAは、 $Q \cdot SF_a$ で表され、量子化テーブルBは $Q \cdot SF_b$ で表される。

【0039】除算器15には、量子化テーブルAまたは量子化テーブルBのいずれかが $SF \cdot Q$ として供給される。統計処理を行う際には、量子化テーブルAが第1の基準テーブルとして使用され、量子化テーブルBが第2の基準テーブルとして使用される。

【0040】除算器15は、DCT係数メモリ3に記憶されているDCT係数 $F_{uv}$ を、量子化テーブル $SF \cdot Q_{uv}$ で割り、量子化係数 $R_{uv}$ を出力する。丸め込み $round$ は、最も近い整数への整数化を意味する。

【0041】

$R_{uv} = round [F_{uv} / (SF \cdot Q_{uv})]$

符号化部5は、量子化データ $R_{uv}$ に対して符号化処理を行う。符号化処理は、ランレングス符号化およびハフマン符号化の処理を含む。ランレングス符号化は、0の値が連続して続くようなデータに対して、高圧縮を行うことができる。量子化データ $R_{uv}$ は、行列の右下部分（高周波成分）に多くの0が集まりやすい。この性質を利用して、量子化データの行列 $R_{uv}$ をジグザグスキャンでランレングス符号化を行えば、高圧縮を行うことができる。ジグザグスキャンとは、低周波成分から高周波成分へ向けて順次スキャンを行う方法である。

【0042】符号化部5は、ランレングス符号化を行った後に、ハフマン符号化を行い、符号データを生成する。

【0043】符号データ量カウント部6は、カウンタAとカウンタBを有する。カウンタAは、量子化テーブルAで量子化を行い符号データを生成したときの符号データ量 $NA$ をカウントする。カウンタBは、量子化テーブルBで量子化を行い符号データを生成したときの符号データ量 $NB$ をカウントする。

【0044】言い換えれば、統計処理時において、カウンタAは、第1の基準圧縮度（量子化テーブルA）で圧縮したときの符号データ量 $NA$ をカウントする。カウンタBは、第2の基準圧縮度（量子化テーブルB）で圧縮したときの符号データ量 $NB$ をカウントする。

【0045】図4は、符号データ量カウント部6が符号データ量をカウントする方法を示す。1フレームの画像は、例えば、 $n$ 個のブロックから構成される。符号データは、ブロック単位で生成される。カウンタAとカウンタBは、全てのブロック（ $n$ 個のブロック）の符号データ

\*タの量を累算し、1フレームの画像の符号データの量を算出する。

【0046】カウンタAは、量子化テーブルAを用いて圧縮を行ったときの符号データ量 $NA$ を算出する。カウンタBは、量子化テーブルBを用いて圧縮を行ったときの符号データ量 $NB$ を算出する。

【0047】ここでは、量子化テーブルAについてのスケールファクタ $SF_a$ が、量子化テーブルBについてのスケールファクタ $SF_b$ よりも大きいときの例を示す。つまり、量子化テーブルAを使えば、量子化テーブルBを使ったときよりも高圧縮を行うことができる。

【0048】同じ画像データについて、量子化テーブルAを用いて圧縮を行ったときの符号データ量 $NA$ は、量子化テーブルBを用いて圧縮を行ったときの符号データ量 $NB$ よりも小さくなる。

【0049】図1において、スケールファクタ決定部7は、2種類の符号データ量 $NA$ と $NB$ を基にして、正式なスケールファクタ $SF_x$ を決定する。スケールファクタ $SF_x$ は、目標データ量 $NX$ の符号データを生成するための圧縮度として推定される。スケールファクタ $SF_x$ が求まると、統計処理（図2のステップS1）は終了する。

【0050】統計処理が終了した後、圧縮処理（図2のステップS2）を行う。圧縮処理では、スケールファクタ $SF_x$ を、量子化部4にスケールファクタ $SF$ として入力する。スケールファクタ $SF_x$ を用いて圧縮を行えば、目標データ量 $NX$ に近い符号データを生成することができる。

【0051】図5は、スケールファクタ決定部7の処理を説明するためのグラフである。縦軸はスケールファクタであり、横軸は符号データ量である。スケールファクタ決定部7は、スケールファクタを符号データ量の関数として保持する。一例として、スケールファクタが符号データ量に比例する場合について説明する。

【0052】スケールファクタ $SF_a$ を用いて圧縮を行ったときには符号データ量 $NA$ が得られる。スケールファクタ $SF_b$ を用いて圧縮を行ったときには符号データ量 $NB$ が得られる。これらのデータに基づき、図5に示すような特性（直線で近似）を設定する。

【0053】目標データ量 $NX$ は、外部から指示される。この目標データ量に対応するスケールファクタを上記の特性から求める。目標データ量 $NX$ を得るためには、スケールファクタ $SF_x$ を用いて圧縮を行えばよいことが判る。

【0054】スケールファクタ $SF_x$ は、図5より、以下のようにして求めることができる。

$$\begin{aligned} (NB - NA) : (NX - NA) &= (SF_a - SF_b) : (SF_a - SF_x) \\ (NB - NA) \times (SF_a - SF_x) &= (NX - NA) \times (SF_a - SF_b) \\ (SF_a - SF_x) &= (NX - NA) \times (SF_a - SF_b) / (NB - NA) \end{aligned}$$

$$SFx = SFa - \{ (NX - NA) \times (SFa - Sfb) / (NB - NA) \}$$

【0055】なお、上式を用いて、スケールファクタ  $SF_x$  を求める他、上式の近似式によりスケールファクタ  $SF_x$  を求めてもよい。また、計算式により求める他、ルックアップテーブルを用いてスケールファクタ  $SF_x$  を決定してもよい。さらに、スケールファクタと符号データ量の関係は、比例関係に限らず反比例等、他の関係に設定することもできる。ただし、短時間かつ簡単な構成で、スケールファクタ  $SF_x$  を決定できることが望ましい。

【0056】また、スケールファクタ  $SF_x$  を用いて圧縮処理を行い符号データを生成する際、当該符号データ量が目標データ量を越えないようにするため、上記で求めたスケールファクタにさらに安全率を掛けるようにしてもよい。

【0057】次に、図1の画像圧縮システムにおいて、統計処理と圧縮処理とに分けて各処理手順を説明する。

【0058】まず、統計処理について説明する。

#### (1) 統計処理

統計処理は、1回の圧縮処理の時間で2種類の符号データ量  $NA$  と  $NB$  を算出する。これは、圧縮処理の中でDCT部2における処理時間が圧倒的に長いことの性質を利用して可能ならしめたものである。

【0059】DCT部2における処理時間は、全体の5～8割を占めている。1ブロック（8×8画素）の画像データを、DCT処理（DCT部2）するのに要する時間と量子化処理（量子化部4）するのに要する時間を比較してみる。

【0060】DCT部2では、以下の回数の演算を行う。ここでは、通常のDCTアルゴリズムを用いる場合を示す。

【0061】乗算 1024回

加算 896回

量子化部4では、以下の回数の演算を行う。

【0062】乗算 64（＝8×8）回

以上のように、DCT部2が行う演算回数は、量子化部4に比べ桁違いに多く、処理時間が圧倒的に長い。

【0063】図6は、図1の画像圧縮システムが統計処理を行うタイミングを示すタイミングチャートである。横軸は時間を示す。

【0064】DCT部2は、処理 $\alpha 1$ 、処理 $\alpha 2$ 、処理 $\alpha 3$ の順番で処理を行う。処理 $\alpha 1$ は、ブロック1（1番目のブロック）の画像データについて行うDCT処理である。処理 $\alpha 2$ はブロック2（2番目のブロック）の画像データについて、処理 $\alpha 3$ はブロック3（3番目のブロック）の画像データについて行うDCT処理である。

【0065】DCT部2は、時刻  $t_0$  において、ブロック1の画像データについてのDCT処理 $\alpha 1$ を開始する。コントローラ8は、時刻  $t_{10}$  において、DCT部2

理 $\alpha 1$ の終了を検知すると、DCT部2に、ブロック2の画像データについてのDCT処理 $\alpha 2$ の開始を指示する。続いて、時刻  $t_{20}$  において、DCT処理 $\alpha 2$ の終了を検知すると、DCT部2に、ブロック3の画像データについてのDCT処理 $\alpha 3$ の開始を指示する。時刻  $t_{30}$  において、DCT処理 $\alpha 3$ が終了する。DCT部2は、画像データをブロック1からブロック  $n$ （最終ブロック）まで連続して処理する。

10 【0066】次に、量子化部4と符号化部5の処理について説明する。コントローラ8は、時刻  $t_{10}$  において、ブロック1の画像データ  $I$  についてのDCT処理 $\alpha 1$ の終了を検知すると、DCT処理 $\alpha 1$ により生成されたDCT係数  $F$  について量子化処理 $\beta 1A$ を開始することを量子化部4に指示する。量子化部4は、量子化テーブル  $A$  を用いて量子化処理 $\beta 1A$ を行う。量子化処理 $\beta 1A$ は、ブロック1のDCT係数  $F$  を量子化テーブル  $A$  で量子化する処理である。

20 【0067】コントローラ8は、時刻  $t_{11}$  において、量子化処理 $\beta 1A$ の終了を検知すると、量子化処理 $\beta 1A$ により生成された量子化データ  $R$  について符号化処理 $\gamma 1A$ を開始することを符号化部5に指示する。符号化処理 $\gamma 1A$ は、ブロック1について量子化テーブル  $A$  を用いたデータについての符号化処理である。

【0068】時刻  $t_{12}$  において、符号化処理 $\gamma 1A$ が終了すると、量子化テーブル  $A$  を用いたことによる符号データが生成される。その後、図6には図示しないが、符号データ量カウンタ部6（図1）のカウンタ  $A$  がその符号データの量をカウントする。

30 【0069】以上は、量子化テーブル  $A$  について、量子化処理と符号化処理を行った。次に、量子化テーブル  $B$  について、量子化処理と符号化処理を行う。

【0070】コントローラ8は、時刻  $t_{12}$  において、符号化処理 $\gamma 1A$ の終了を検知すると、DCT処理 $\alpha 1$ により生成されたDCT係数  $F$  について量子化処理 $\beta 1B$ を開始することを量子化部4に指示する。ただし、コントローラ8は、その際、量子化テーブル  $B$  を用いて量子化処理 $\beta 1B$ を行うことを指示する。量子化処理 $\beta 1B$ は、ブロック1のDCT係数  $F$  を量子化テーブル  $B$  で量子化する処理である。

40 【0071】コントローラ8は、時刻  $t_{13}$  において、量子化処理 $\beta 1B$ の終了を検知すると、量子化処理 $\beta 1B$ により生成された量子化データ  $R$  について符号化処理 $\gamma 1B$ を開始することを符号化部5に指示する。符号化処理 $\gamma 1B$ は、ブロック1について量子化テーブル  $B$  を用いたデータについての符号化処理である。

【0072】時刻  $t_{14}$  において、符号化処理 $\gamma 1B$ が終了すると、量子化テーブル  $B$  を用いたことによる符号データが生成される。その後、図6には図示しないが、符号データ量カウンタ部6（図1）のカウンタ  $B$  がその



符号データの量をカウントする。

【0073】時刻  $t_{12}$  において、量子化テーブルAによる符号データの生成が終了し、時刻  $t_{14}$  において、量子化テーブルBによる符号データの生成が終了する。その後、時刻  $t_{20}$  において、DCT処理  $\alpha_2$  が終了する。すなわち、DCT処理  $\alpha_2$  を行っている間に、量子化処理  $\beta_1 A$  と  $\beta_1 B$  および符号化処理  $\gamma_1 A$  と  $\gamma_1 B$  が終了する。

【0074】以上は、ブロック1について、量子化処理と符号化処理を行った。次に、ブロック2について、量子化処理と符号化処理を行う。

【0075】コントローラ8は、時刻  $t_{20}$  において、ブロック2の画像データ1についてのDCT処理  $\alpha_2$  の終了を検知すると、DCT処理  $\alpha_2$  により生成されたDCT係数Fについて量子化処理  $\beta_2 A$  を開始することを量子化部4に指示する。コントローラ8は、その際、量子化テーブルAを用いて量子化処理  $\beta_2 A$  を行うことを指示する。量子化処理  $\beta_2 A$  は、ブロック2のDCT係数Fを量子化テーブルAで量子化する処理である。

【0076】コントローラ8は、時刻  $t_{21}$  において、量子化処理  $\beta_2 A$  の終了を検知すると、量子化処理  $\beta_2 A$  により生成された量子化データRについて符号化処理  $\gamma_2 A$  を開始することを符号化部5に指示する。符号化処理  $\gamma_2 A$  は、ブロック2について量子化テーブルAを用いたデータについての符号化処理である。

【0077】時刻  $t_{22}$  において、符号化処理  $\gamma_2 A$  が終了すると、量子化テーブルAを用いたことによる符号データが生成される。その後、図6には図示しないが、符号データ量カウント部6（図1）のカウンタAがその符号データの量をカウントする。

【0078】次に、量子化テーブルBについて、量子化処理と符号化処理を行う。コントローラ8は、時刻  $t_{22}$  において、符号化処理  $\gamma_2 A$  の終了を検知すると、DCT処理  $\alpha_2$  により生成されたDCT係数Fについて量子化処理  $\beta_2 B$  を開始することを量子化部4に指示する。ただし、コントローラ8は、その際、量子化テーブルBを用いて量子化処理  $\beta_2 B$  を行うことを指示する。量子化処理  $\beta_2 B$  は、ブロック2のDCT係数Fを量子化テーブルBで量子化する処理である。

【0079】コントローラ8は、時刻  $t_{23}$  において、量子化処理  $\beta_2 B$  の終了を検知すると、量子化処理  $\beta_2 B$  により生成された量子化データRについて符号化処理  $\gamma_2 B$  を開始することを符号化部5に指示する。符号化処理  $\gamma_2 B$  は、ブロック2について量子化テーブルBを用いたデータについての符号化処理である。

【0080】時刻  $t_{24}$  において、符号化処理  $\gamma_2 B$  が終了すると、量子化テーブルBを用いたことによる符号データが生成される。その後、図6には図示しないが、符号データ量カウント部6（図1）のカウンタBがその符号データの量をカウントする。

【0081】時刻  $t_{22}$  において、量子化テーブルAによる符号データの生成が終了し、時刻  $t_{24}$  において、量子化テーブルBによる符号データの生成が終了する。その後、時刻  $t_{30}$  において、DCT処理  $\alpha_3$  が終了する。DCT処理  $\alpha_3$  を行っている間に、量子化処理  $\beta_2 A$  と  $\beta_2 B$  および符号化処理  $\gamma_2 A$  と  $\gamma_2 B$  が終了する。

【0082】以下、同様にして、最後のブロックnまで処理を続ける。この一連の統計処理の時間は、DCT部2が全てのブロックについてDCT処理する時間、すなわち通常の1回分の圧縮処理の時間に相当する。

【0083】統計処理の時間は1回分の圧縮処理の時間でありながら、画像圧縮システムは、量子化テーブルAと量子化テーブルBについての2種類の符号データを生成し、符号データ量NAとNBを算出することができる。

【0084】図6では、各処理部におけるタイミングを示した。次に、ブロック毎の処理のタイミングを示す。

【0085】図7は、統計処理を行うブロック単位のタイミングを示すタイミングチャートである。横軸は時間を示し、図6の時間に対応している。

【0086】まず、ブロック1の処理について説明する。時刻  $t_0$  において、ブロック1の画像データについてのDCT処理  $\alpha_1$  が開始し、時刻  $t_{10}$  において、DCT処理  $\alpha_1$  が終了する。DCT処理  $\alpha_1$  が終了すると、量子化テーブルAを用いた符号データの生成処理51Aを行い、その後、量子化テーブルBを用いた符号データの生成処理51Bを行う。

【0087】処理51Aは、量子化テーブルAを用いた量子化処理  $\beta_1 A$  と、当該量子化処理  $\beta_1 A$  により生成される量子化データの符号化処理  $\gamma_1 A$  を含む。処理51Bは、量子化テーブルBを用いた量子化処理  $\beta_1 B$  と、当該量子化処理  $\beta_1 B$  により生成される量子化データの符号化処理  $\gamma_1 B$  を含む。

【0088】次に、ブロック2の処理について説明する。時刻  $t_{10}$  において、ブロック2の画像データについてのDCT処理  $\alpha_2$  が開始し、時刻  $t_{20}$  において、DCT処理  $\alpha_2$  が終了する。DCT処理  $\alpha_2$  が終了すると、量子化テーブルAを用いた符号データの生成処理52Aを行い、その後、量子化テーブルBを用いた符号データの生成処理52Bを行う。処理51Aは、量子化処理  $\beta_2 A$  と符号化処理  $\gamma_2 A$  を含む。処理51Bは、量子化処理  $\beta_2 B$  と符号化処理  $\gamma_2 B$  を含む。

【0089】以上のように、DCTの処理時間は長いので、1ブロックについてのDCT処理（例えば  $\alpha_2$ ）の間に、2回の量子化処理と符号化処理（例えば51Aと51B）を行うことができる。これにより、1フレームの画像についての1回の圧縮処理の間に、実質的に2回の統計処理を行うことができる。1つの統計処理は、量子化テーブルAを用いたものであり、符号データ量NA



が算出される。もう1つの統計処理は、量子化テーブルBを用いたものであり、符号データ量NBが算出される。

【0090】統計処理は、符号データ量NAとNBを算出した後、正式なスケールファクタSFxを求める。統計処理が終了すると、続いて、スケールファクタSFxを用いて、圧縮処理を行う。次に、圧縮処理について説明する。

## (2) 圧縮処理

図8は、図1の画像圧縮システムが圧縮処理を行うタイミングを示すタイミングチャートである。横軸は時間を示す。

【0091】DCT部2は、まず、時刻t50において、ブロック1の画像データについてのDCT処理 $\alpha 1$ を開始する。コントローラ8は、時刻t60において、DCT処理 $\alpha 1$ の終了を検知すると、DCT部2に、ブロック2の画像データについてのDCT処理 $\alpha 2$ の開始を指示する。続いて、時刻t70において、DCT処理 $\alpha 2$ の終了を検知すると、DCT部2に、ブロック3の画像データについてのDCT処理 $\alpha 3$ の開始を指示する。時刻t80において、DCT処理 $\alpha 3$ が終了する。DCT部2は、画像データをブロック1からブロックnまで連続して処理する。

【0092】次に、量子化部4と符号化部5の処理について説明する。コントローラ8は、時刻t60において、ブロック1の画像データについてのDCT処理 $\alpha 1$ の終了を検知すると、DCT処理 $\alpha 1$ により生成されたDCT係数について量子化処理 $\beta 1$ を開始することを量子化部4に指示する。コントローラ8は、その際、スケールファクタSFxの量子化テーブルを用いて量子化処理 $\beta 1$ を行うことを指示する。

【0093】コントローラ8は、時刻t61において、量子化処理 $\beta 1$ の終了を検知すると、量子化処理 $\beta 1$ により生成された量子化データについて符号化処理 $\gamma 1$ を開始することを符号化部5に指示する。符号化部5は、ブロック1についての符号データの生成を開始する。時刻t62に、符号化処理 $\gamma 1$ が終了する。

【0094】以上は、ブロック1について、量子化処理と符号化処理を行った。次に、ブロック2について、量子化処理と符号化処理を行う。

【0095】コントローラ8は、時刻t70において、ブロック2の画像データについてのDCT処理 $\alpha 2$ の終了を検知すると、DCT処理 $\alpha 2$ により生成されたDCT係数について量子化処理 $\beta 2$ を開始することを量子化部4に指示する。コントローラ8は、その際、スケールファクタSFxの量子化テーブルを用いて量子化処理 $\beta 2$ を行うことを指示する。

【0096】コントローラ8は、時刻t71において、量子化処理 $\beta 2$ の終了を検知すると、量子化処理 $\beta 2$ により生成された量子化データについて符号化処理 $\gamma 2$ を

開始することを符号化部5に指示する。符号化部5は、ブロック2についての符号データの生成を開始する。時刻t72に、符号化処理 $\gamma 2$ が終了する。

【0097】以下、同様にして、最後のブロックnまで処理を続け、1フレームの画像データの圧縮を行う。以上で、統計処理と圧縮処理は終了する。

【0098】図9は、図1の符号データ量カウント部6の他の例を示す。符号データ量カウント部6は、量子化テーブルAについての符号データ量NAと、量子化テーブルBについての符号データ量NBをカウントする。

【0099】符号データカウント部6は、カウンタ61とレジスタAとレジスタBを有する。カウンタ61は、図1のコントローラ8の制御の下、時分割で量子化テーブルAについての符号データの量と量子化テーブルBについての符号データの量をカウントする。

【0100】レジスタAには、量子化テーブルAについてのブロック単位の符号データ量が加算されていく。全てのブロックについての加算が終了したとき、レジスタAには符号データ量NAが記憶されている。符号データ量NAは、量子化テーブルAを用いたときの1フレームの画像の符号データ量である。

【0101】一方、レジスタBには、量子化テーブルBについてのブロック単位の符号データ量が加算されていく。全てのブロックについての加算が終了したとき、レジスタBには符号データ量NBが記憶されている。符号データ量NBは、量子化テーブルBを用いたときの1フレームの画像の符号データ量である。

【0102】図11は、図1の量子化テーブル4の他の例を示す。画像圧縮システム全体において、量子化テーブル4以外の部分は、図1の構成と同じである。

【0103】量子化テーブル4は、基準量子化テーブルメモリ11と乗算器12とマルチプレクサ71と除算器15を有する。メモリ11は、基準量子化テーブルQを記憶する。マルチプレクサ71は、コントローラ8の制御の下、第1のスケールファクタSFaまたは第2のスケールファクタSFbのいずれかを乗算器12に供給する。乗算器12は、基準量子化テーブルQとスケールファクタSFの乗算を行い、 $Q \cdot SFa$ または $Q \cdot SFb$ を出力する。

【0104】マルチプレクサ71がスケールファクタSFaを乗算器12に供給すると、除算器15は、以下の演算を行い、量子化データRuvを出力する。丸め込みroundは、最も近い整数への整数化を意味し、DCT係数FuvはDCT係数メモリ3に記憶されている係数である。

【0105】

$$Ruv = \text{round} [Fuv / (SFa \cdot Quv)]$$

量子化データRuvは、符号化部5で符号化され、その後、符号データ量カウント部6のカウンタAで符号データ量NAがカウントされる。符号データ量NAは、第1

のスケールファクタ  $SF_a$  を用いて圧縮したときの符号データ量である。

【0106】マルチプレクサ71がスケールファクタ  $SF_b$  を乗算器12に供給すると、除算器15は、以下の演算を行い、量子化データ  $R_{uv}$  を出力する。

【0107】

$$R_{uv} = \text{round} [F_{uv} / (SF_b \cdot Q_{uv})]$$

量子化データ  $R_{uv}$  は、符号化部5で符号化され、その後、符号データ量カウンタ部6のカウンタBで符号データ量NBがカウントされる。符号データ量NBは、第2のスケールファクタ  $SF_b$  を用いて圧縮したときの符号データ量である。

【0108】量子化部4は、図1の量子化部と異なり、基準量子化テーブルQを記憶するためのメモリ11のみを有し、量子化テーブルQとスケールファクタSFを乗じた値を記憶するためのメモリを有さない。図11の画像圧縮システムは、図1の画像圧縮システムに比べ、メモリ容量を削減することができるので、システムの小型化およびコストの低減を図ることができる。

【0109】ただし、マルチプレクサ71が乗算器12にスケールファクタSFを供給した後、乗算器12で演算を行ってから、 $Q \cdot SF_a$  または  $Q \cdot SF_b$  が除算器15に供給される。つまり、乗算器12の演算で1クッションだけタイミングが遅れる。そのタイミングの遅れを調整する必要がある。

【0110】それに対し、図1の画像圧縮システムは、量子化テーブルメモリ13または量子化テーブルメモリ14から読み出したデータが直接除算器15に供給されるので、タイミングの調整が容易であり、演算の遅れは生じない。

【0111】次に、サンプルブロックについてのみ統計処理を行う例を説明する。上記の統計処理では、1フレームの画像の全てのブロックについて処理を行った。しかし、統計処理は、あくまでも符号データ量を見積もるためのものであるため、必ずしも全てのブロックについて処理を行う必要はない。そこで、全てのブロックについて処理を行うのではなく、サンプルブロックについてのみ処理を行い、処理時間の短縮を図ることができる。

【0112】図10(A)～(C)は、サンプルブロックのサンプル例を示す。図は2次元のブロックの集まりを示す。斜線を施したブロックがサンプルブロックである。

【0113】図10(A)は、市松模様状のサンプルブロックを示す。図10(B)は、縦ストライプ状のサンプルブロックを示す。図10(C)は、横ストライプ状のサンプルブロックを示す。例えば、図10(A)の場合、ブロック1、ブロック3、ブロック5、・・・の順番で1つおきに統計処理を行う。

【0114】これらのサンプルブロックは、全ブロックの半分の数である。これらのサンプルブロックについて

のみ統計処理を行えば、統計処理の時間を約半分にすることができる。ただし、統計処理により算出される符号データの量は、1フレームの画像の符号データの量の半分である。符号データ量が半分であることを考慮して、スケールファクタ  $SF_x$  を決定する必要がある。

【0115】本実施例によれば、1フレームの画像についての1回の圧縮処理の時間内で、実質的に2回の統計処理を行うことができる。統計処理は、高速かつ精度よく最適なスケールファクタを求めることができる。画像圧縮システムは、高速かつ精度よく目標とするデータ量の符号データを生成することができる。

【0116】なお、統計処理において、2種類の量子化テーブルを用いる場合について説明したが、3種類以上の量子化テーブルを用いてもよい。ただし、1ブロックについてのDCT処理時間の間に、量子化処理と符号化処理が完了する範囲内であることが望ましい。通常、2種類の量子化テーブルを用いる場合であれば、DCT処理の時間内に納まる。使用する量子化テーブルの種類を増やせば、高精度の統計処理、すなわち、より最適なスケールファクタ  $SF_x$  を求めることができる。

【0117】また、圧縮度を調整する方法として、スケールファクタを変える方法について説明したが、スケールファクタによらず量子化テーブルそのものを変える方法でもよいし、その他の方法でもよい。

【0118】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0119】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、DCT手段が第1のブロックのDCT係数を生成し終えた後、符号データ生成手段が2種類の圧縮度で符号データを生成する工程と、DCT手段が第2のブロックのDCT係数を生成する工程を並列させることができる。当該工程を並列化させることにより、圧縮処理の高速化を図ることができる。また、少なくとも2種類の圧縮度で符号データを生成することにより、高精度の固定長化処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による画像圧縮システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本実施例による画像圧縮システムが行う処理手順を示すフローチャートである。

【図3】図1の基準量子化テーブルの例を示す図である。

【図4】図1の符号データ量カウンタ部が符号データ量をカウントする方法を示す図である。

【図5】図1のスケールファクタ決定部の処理を説明するためのグラフである。

【図6】画像圧縮システムが統計処理を行う処理部単位

17

のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図7】画像圧縮システムが統計処理を行うブロック単位のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図8】画像圧縮システムが圧縮処理を行うタイミングを示すタイミングチャートである。

【図9】図1の符号データ量カウント部の他の例を示す図である。

【図10】サンプルブロックのサンプル例を示す。図10(A)は市松模様状のサンプルブロック、図10(B)は縦ストライプ状のサンプルブロック、図10(C)は横ストライプ状のサンプルブロックを示す図である。

【図11】図1の量子化部の他の例を示す図である。

【符号の説明】

1 画像メモリ

\* 2 離散コサイン変換(DCT)部

3 DCT係数メモリ

4 量子化部

5 符号化部

6 符号データ量カウント部

7 スケールファクタ決定部

8 コントローラ

11 基準量子化テーブルメモリ

12 乗算器

13 量子化テーブルAメモリ

14 量子化テーブルBメモリ

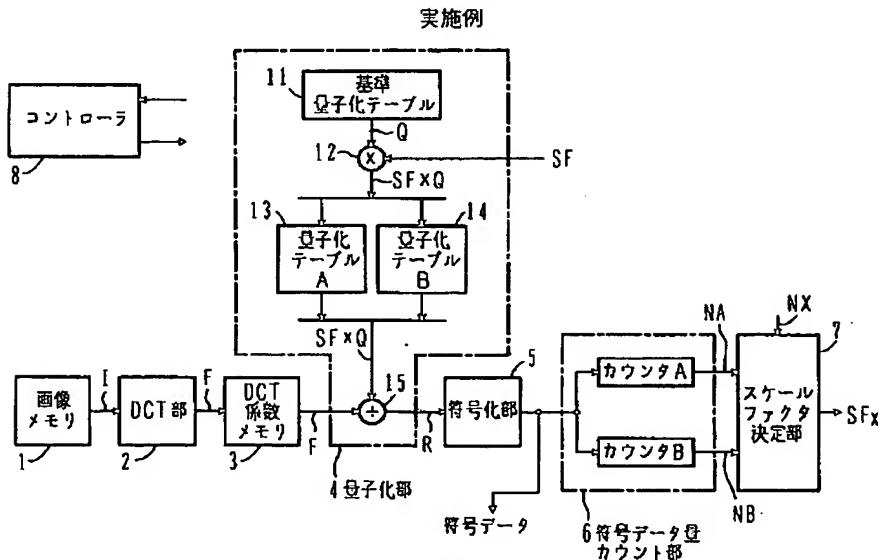
15 除算器

61 カウンタ

71 マルチプレクサ

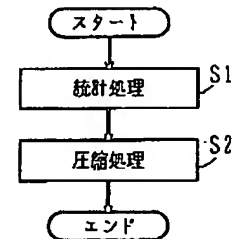
\*

【図1】



【図2】

固定長圧縮



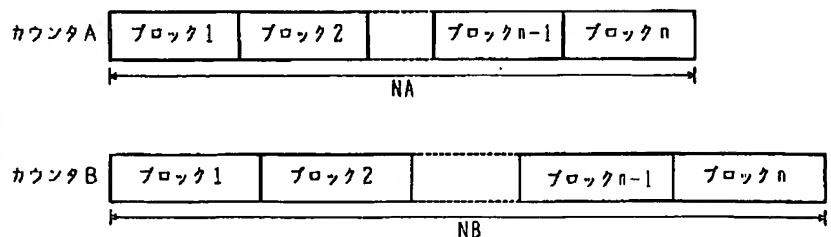
【図3】

基準量子化テーブル

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

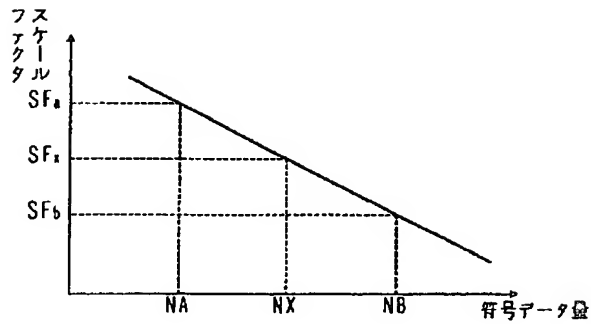
【図4】

符号データ量カウント部



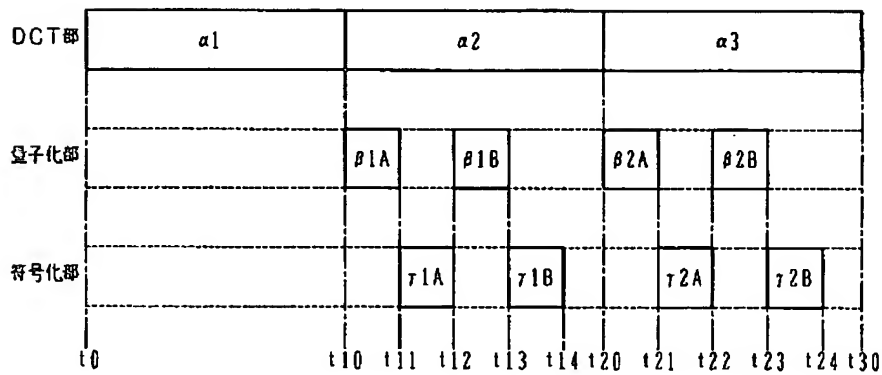
【図 5】

スケールファクタ決定部



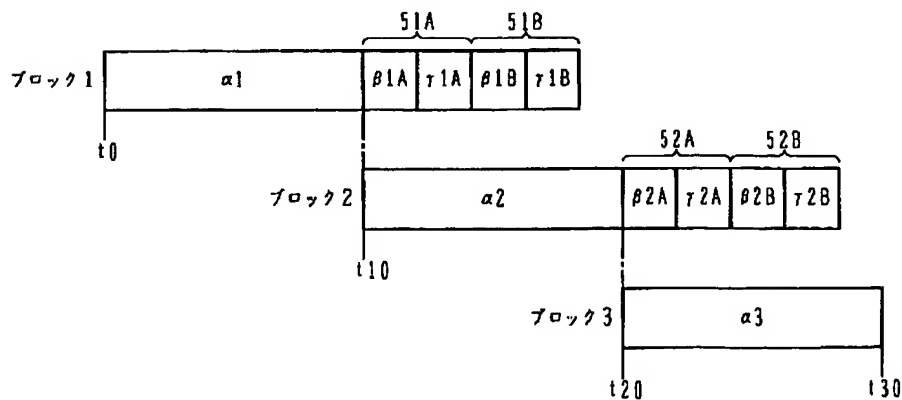
【図 6】

統計処理（処理部毎のタイミング）



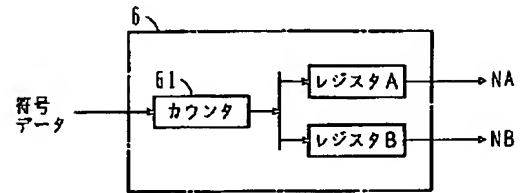
【図 7】

統計処理（ブロック毎のタイミング）



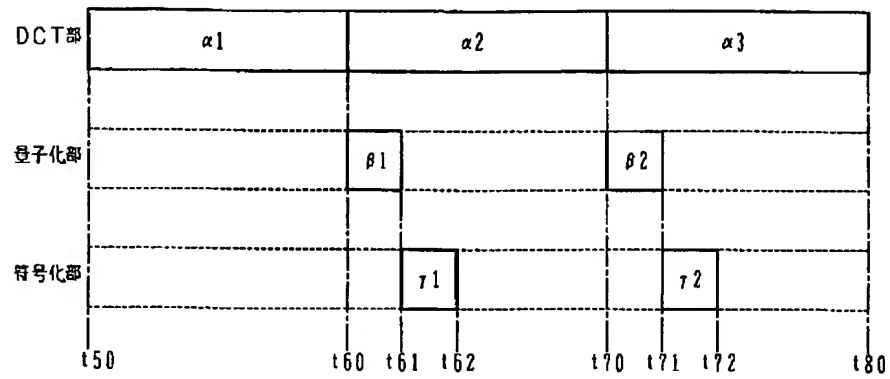
【図 9】

符号データ量カウンタ部の他の例



【図8】

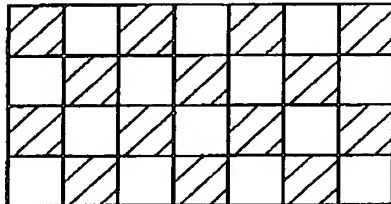
圧縮処理



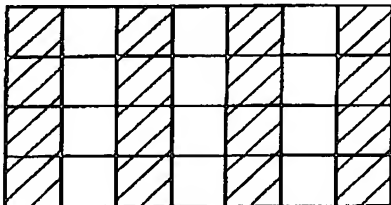
【図10】

サンプルブロック

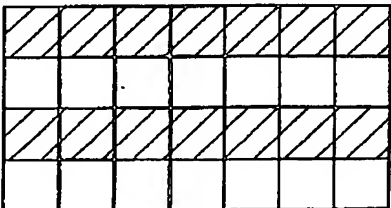
(A) 市松模様状



(B) 縦ストライプ状

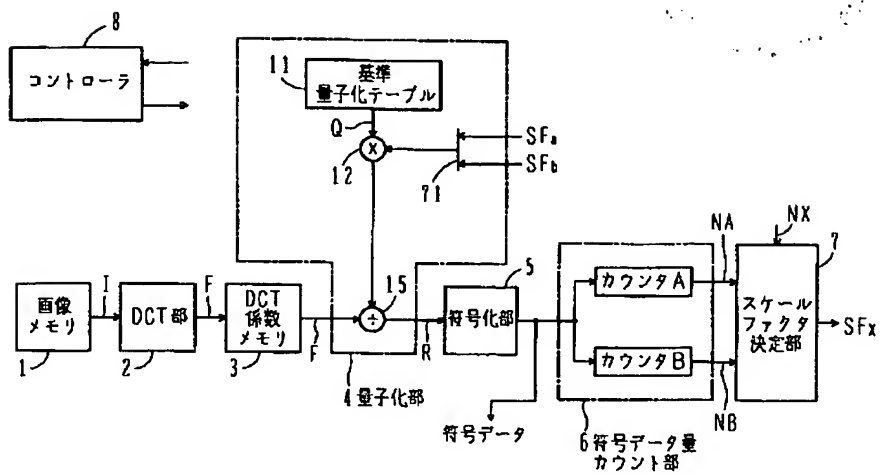


(C) 横ストライプ状



【図11】

他の実施例



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**